

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-164286

(43)Date of publication of application : 24.07.1986

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 60-005436

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 16.01.1985

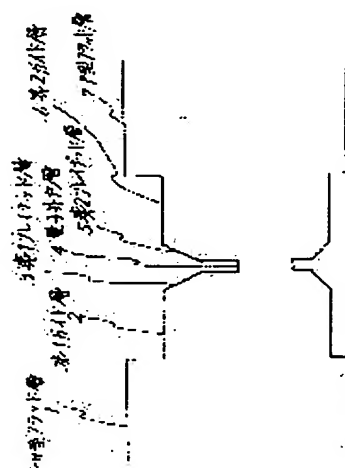
(72)Inventor : SUGIMOTO MITSUNORI

(54) QUANTUM WELL STRUCTURE SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a quantum well structure semiconductor laser capable of making a laser beam oscillate in a short wavelength and at a low thrshole value even in case the quantum well layer is made very thinner by a method wherein graded layers are provided on both sides of the quantum well layer.

CONSTITUTION: This quantum well structure semiconductor laser having at least one quantum well layer 4 or more in its main luminous region is constituted into a structure, wherein a first graded layer 3 and a second graded layer 5 are provided on both sides of the quantum well layer 4, the forbidden band width thereof becomes smaller gradually as the graded layers 3 and 5 get nearer the quantum well layer 4 in the film thickness direction of the graded layers and the thicknesses of the graded layers are formed into about 5 Å or more to 300Å or less. As there exist the first graded layer 3 and the second graded layer 5 on both sides of the quantum well layer 4, the thickness of the equivalent quantum well layer is formed thicker. As a result, even though carriers to pass through the quantum well layer are generated, the carriers are captured by these graded layers and are immediately pulled back by the internal electric field in the graded layers. Accordingly, even when the thickness of the quantum well layer is made very thinner, the injection efficiency does not worsen because the carriers are captured by these graded layers.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-164286

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)7月24日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 量子井戸構造半導体レーザ

⑯ 特 願 昭60-5436

⑰ 出 願 昭60(1985)1月16日

⑱ 発 明 者 杉 本 満 則 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

量子井戸構造半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

主発光領域に少なくとも1つ以上の量子井戸層を有する量子井戸構造半導体レーザにおいて、前記量子井戸層の両側に厚さが約5~300Åのグレイデッド層を備え、このグレイデッド層は膜厚方向において前記量子井戸層に近づくにつれて禁制帯幅が徐々に小さくなっていることを特徴とする量子井戸構造半導体レーザ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光通信ないしは情報処理装置等に利用される半導体レーザの改良に関する。

(従来技術とその問題点)

量子井戸構造半導体レーザは、低閾値高効率等

の優れた特性を有するため盛んに研究が進められている。この量子井戸構造半導体レーザにおいて、量子井戸層の厚さは200Å以下と非常に薄く、これにより電子の運動が膜厚方向で制限され、量子効果が発現される。この量子井戸の厚さを200Åから徐々に薄くした場合、発振閾値も徐々に小さくなる。しかし、ある限度以上量子井戸層を薄くした場合、電子の注入効率の悪化のために発振閾値が増大することが知られている。例えば、1983年秋季第44回応用物理学会学術講演会講演予稿集26P-P-11記載のGRIN-SCH構造の量子井戸構造半導体レーザでは量子井戸の厚みが60Å以下になると発振閾値が増大している。注入効率の悪化は、量子井戸に注入された電子が量子井戸の中のエネルギー単位に緩和しないうちに通過してしまうため起こると考えられる。

以上説明した様に従来の量子井戸構造半導体レーザにおいては、量子井戸層を非常に薄くした場合(<60Å) 発振閾値の増大するという欠点があった。このため量子井戸層の厚さを非常に薄く

特開昭61-164286(2)

することによって、基底エネルギー単位と量子井戸の価電子帯下端のエネルギーの差を大きくし、発光波長の短波長化をねらう場合にも、発振閾値の増大を招くため実用上不都合であった。

(発明の目的)

本発明の目的は、上述の欠点を除去し、量子井戸層を非常に薄くした場合にも短波長でかつ低閾値で発振する量子井戸構造半導体レーザを提供することにある。

(発明の構成)

本発明の半導体レーザは、主発光領域に少なくとも1つ以上の量子井戸層を有する量子井戸構造半導体レーザにおいて、量子井戸層の両側にグレイデッド層を備え、このグレイデッド層の膜厚方向において、量子井戸層に近づくにつれて禁制帯幅が徐々に小さくなっており、グレイデッド層の厚みが約5Å以上300Å以下とする構成になっている。

(構成の詳細な説明)

本発明の量子井戸構造半導体レーザでは量子井

戸層の両側にグレイデッド層を備えている。このグレイデッド層においては、キャリアが量子井戸層に向かって加速される様な内部電界が発生する様に膜厚方向で徐々に禁制帯幅が変化している。本発明の量子井戸構造では量子井戸の両側にグレイデッド層があるために等価的な量子井戸の厚さが大きくなっている。そのためたとえ量子井戸を通過したキャリアが生じてこれらのグレイデッド層に捕えられてグレイデッド層中の内部電界のためにすみやかに引きもどされる。従って本発明の量子井戸構造半導体レーザでは量子井戸層の厚さが非常に薄くなった場合にもこれらのグレイデッド層がキャリアを捕獲するので注入効率は悪化しない。

本発明の量子井戸構造半導体レーザと類似の構造としてGRIN-SCH構造の半導体レーザがある。この、量子井戸構造半導体レーザにおいては、量子井戸層の両側にやはりグレイデッド層を備えている。これらのグレイデッド層は、光ガイドとしての役目を持ち、量子井戸が非常に薄い場合に

- 3 -

- 4 -

においても良好な光の閉じ込めを得るためのものであった。これらのグレイデッド層の厚みは0.1~0.2μmであり、量子井戸層の厚みに比べ1桁以上厚かった。このため量子井戸層を通過したキャリアがこれらのグレイデッド層中で再結合し、無効にキャリアが失なわれることが多いと考えられる。従って量子井戸にキャリアを効率良く注入するためにこれらのグレイデッド層では不適当であった。しかし、本発明の量子井戸構造半導体レーザではGRIN-SCH構造と異なりグレイデッド層の厚さが量子井戸層の厚さとほぼ同じ程度の厚さである。すなわちグレイデッド層の厚さは約5~300Åの範囲に選ばれる。量子井戸層を通過したキャリアがグレイデッド層に捕えられ、このグレイデッド層の内部電界で量子井戸層に引きもどされる場合に、このグレイデッド層は量子井戸層と同程度の厚さであるのでグレイデッド層でキャリアが再結合する確率は低く、ほとんど全てのキャリアは量子井戸層に注入される。グレイデッド層が5Å以下になるとグレイデッド層を設けた意味がなく

なり、又300Å以上になるとグレイデッド層内の内部電界が弱くなりキャリアの引き戻し作用が小さくなる。

この様に本発明におけるグレイデッド層はGRIN-SCH構造等におけるグレイデッド層の厚さよりも1桁程度薄いため、全く異なる効果が得られるものである。

(実施例)

次に図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明にかかる一実施例の量子井戸構造半導体レーザの主要部のエネルギーバンド図である。図中、1はn型クラッド層($n\text{-Al}_{x_{c1}}\text{Ga}_{1-x_{c1}}\text{As}$, $0.2 \leq x_{c1}$, 好ましくは $0.4 \leq x_{c1} \leq 0.7$)、2は第1ガイド層($\text{Al}_{x_{g1}}\text{Ga}_{1-x_{g1}}\text{As}$, $x_{g1} < x_{c1}$, 厚さ $< 0.5\mu\text{m}$, 好ましくは $0.2 \leq x_{g1} \leq 0.3$ 厚さ $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$)、3は第1グレイデッド層($\text{Al}_{x_{g1}}\text{Ga}_{1-x_{g1}}\text{As} \rightarrow \text{Al}_{x_{g1}'}\text{Ga}_{1-x_{g1}'}\text{As}$, $x_{g1}' > x_{g1}$ 、典型的には $0.1 \leq x_{g1}' \leq 0.3$ 、厚さ $< 300\text{\AA}$, 典型的には厚さ 100\AA)、4は量子井戸層(GaAs , 厚さ $< 200\text{\AA}$ 典型的には厚さ $< 100\text{\AA}$)、5は第2グレイ

- 5 -

- 6 -

特開昭61-164286(3)

イデッド層 ($A\text{L}_{xg_2'}\text{Ga}_{1-xg_2'}\text{As} \rightarrow A\text{L}_{xg_2}\text{Ga}_{1-xg_2}\text{Ga}_{1-xg_2}\text{As}$ $X_{g_2'} < X_{g_2}$, 典型的には $0.1 \leq X_{g_2'} \leq 0.3$, 厚さ $< 300 \text{ \AA}$, 典型的には厚さ $< 100 \text{ \AA}$), 6は第2ガイド層 ($A\text{L}_{xg_2}\text{Ga}_{1-xg_2}\text{As}$, $X_{g_2}\text{As}$, $X_{g_2} < X_{c_2}$ 厚さ $< 0.5 \mu\text{m}$ 典型的には $0.2 \leq X_{g_2} \leq 0.3$, 厚さ $= 0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$) 7はP型クラッド層 ($P\text{-}A\text{L}_{xc_2}\text{Ga}_{1-xc_2}\text{As}$, $0.2 \leq X_{c_2}$, 好ましくは $0.4 \leq X_{c_2} \leq 0.7$) である。

本実施例においては、量子井戸層4の両側に第1 그레이デッド層3及び第2 그레이デッド層5があるため、量子井戸層4に注入される電子によって等価的な量子井戸層4の厚みが大きくなる。このため注入された電子は、量子井戸層4を通過する際にエネルギー緩和を生じて量子井戸層4に捕えられることになる。従って量子井戸層4が非常に薄い場合においても第1及び第2 그레이デッド層3、5を含めた厚さが厚いため、本実施例においては、電子の注入効率の悪化という問題は生じず、低い発振閾値でレーザ発振を行なうことが出来た。

- 7 -

イングする。

以上の実施例においては、ストライプ構造が酸化膜ストライプ構造のものについて説明したがこれに限らず他の構造例えばプレーナストライプ構造、リッジウェーブガイド構造、埋め込み構造等あらゆるストライプ構造の量子井戸構造半導体レーザに本発明が適用出来ることは明らかである。又、本実施例においては量子井戸層が単一のものについて説明したが、多重量子井戸構造半導体レーザについても本発明が適用出来る。

また、本実施例においては材料として $\text{AlGaAs}/\text{GaAs}$ 系材料を用いたがこれに限らず $\text{InGaAsP}/\text{InP}$, $\text{InGaAlAs}/\text{InP}$ 系材料等の他の材料を用いても本発明が適用出来ることは言うまでもない。

(発明の効果)

最後に本発明の有する利点及び効果を要約すれば、量子井戸層の両側に 그레이デッド層を有しているため量子井戸層の厚さが非常に薄くなってもキャリア注入が効率良く行なわれるために短波長

- 9 -

次に本実施例のレーザの製作方法について説明する。第2図は本実施例の量子井戸構造半導体レーザの断面図である。図中、8は半導体基板 ($n\text{-GaAs}$)、9はキャップ層 ($P^+\text{-GaAs}$)、10は SiO_2 膜、11はP側電極、12はn側電極、13は電流通路である。製作のまず最初に半導体基板8上にn型クラッド層1、第1ガイド層2、第1 그레이デッド層3、量子井戸層4、第2 그레이デッド層5、第2ガイド層6、P型クラッド層7、キャップ層9を順次結晶成長する。このとき、第1ガイド層2及び第2ガイド層6を 그레이デッド領域とした GRIN-SCH 構造をとっても良い。この場合を主要部のエネルギーバンド図を第3図に示す。結晶成長方法は MBE 法を用いたが、他の例えば MO-CVD 法等の方法によっても良い。次に SiO_2 膜10を形成しホットエッチング法によってストライプ状に電流通路13を形成する。次にP側電極11、n側電極12を形成する。最後に劈開を用いてウエハーからベレットに切り出してヒートシンクにマウントし電極ワイヤをボンデ

- 8 -

て発振しかつ低閾値の量子井戸構造半導体レーザが得られる。

4. 図面の簡単な説明

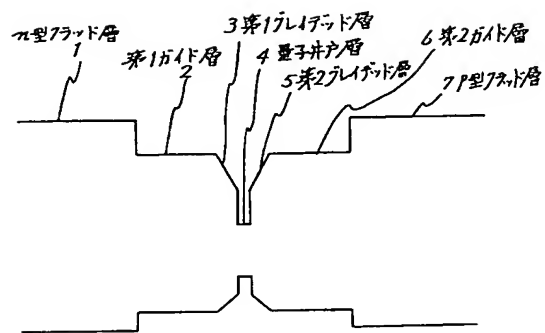
第1図は本発明の一実施例の量子井戸構造半導体レーザの主要部のエネルギーバンド図、第2図は本発明の一実施例の量子井戸構造半導体レーザの断面図、第3図は、本発明の一実施例において、ガイド層を 그레이デッド領域とした場合の主要部のエネルギーバンド図である。

図中、1はn型クラッド層、2は第1ガイド層、3は第1 그레이デッド層、4は量子井戸層、5は第2 그레이デッド層、6は第2ガイド層、7はP型クラッド層、8は半導体基板、9はキャップ層、10は SiO_2 膜、11はP側電極、12はn側電極、13は電流通路である。

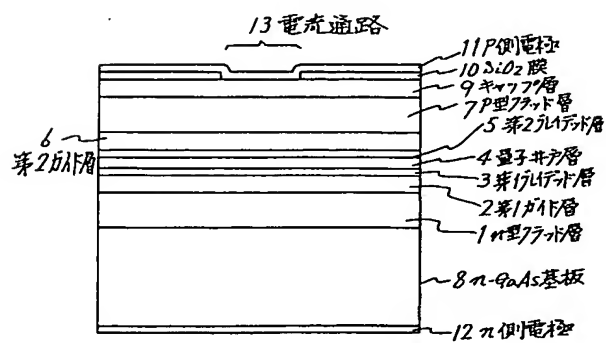
代理人 弁理士 内 原 晋

- 10 -

特開昭61-164286(4)

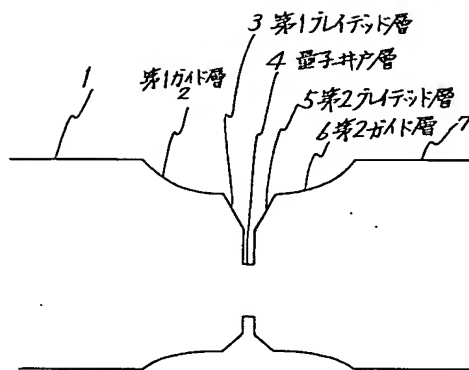


第 1 図



第 2 図

特開昭61-164286(5)



第 3 図